

A4

LANE DEVIATION PREVENTION DEVICE

Patent Number: JP11096497
Publication date: 1999-04-09
Inventor(s): MIICHI YOSHIAKI; NAKANE YOSHIFUSA; MIMURO TETSUSHI
Applicant(s): MITSUBISHI MOTORS CORP
Requested Patent: ☐ JP11096497
Application Number: JP19970253103 19970918
Priority Number(s):
IPC Classification: G08G1/09; B60R21/00
EC Classification:
Equivalents: JP3186662B2

Abstract

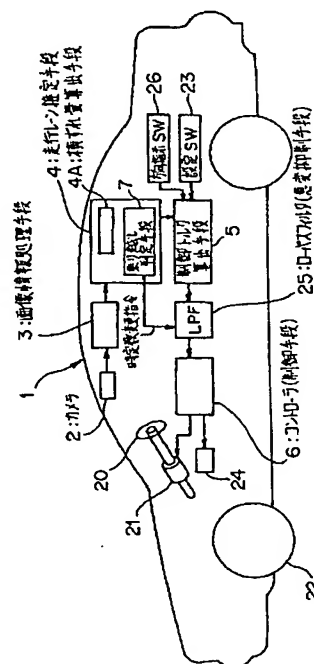
PROBLEM TO BE SOLVED: To guide the evasion of lane deviation while preventing the lowering of riding comfortableness and instable operation of a vehicle at the time of changing a lane.
SOLUTION: This device imparts control torque for steering of a degree easily controllable by a driver by the steering actuator 21 of his own vehicle separately from the steering force of the driver and guides the prevention of the lane deviation of the vehicle. In this case, the device is provided with a horizontal shift amount calculation means 4A for calculating the horizontal shift amount of the traveling position of the vehicle from the reference position of a traveling lane, a control torque calculation means 5 for calculating the control torque based on the calculated horizontal shift amount, a control means 6 for controlling the steering actuator 21 so as to generate the calculated control torque in a direction for reducing the horizontal shift amount, a ride-over judgement means 7 for judging whether or not the vehicle rides over to the other adjacent traveling lane and a rapid change suppression means 25 for suppressing the rapid change of the control torque in the case that the ride-over of the vehicle is judged.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

(11)特許出願公開番号

(43)公開日 平成11年(1999)4月9日

6 2 0 Z



【特許請求の範囲】

【請求項1】 自車両が走行車線から逸脱しそうになるとこれを防止する方向にドライバの操舵力とは別にドライバが容易に打ち勝てる程度の操舵用制御トルクを該自車両の操舵アクチュエータにより付与させて該自車両の車線逸脱の防止を案内する車線逸脱防止装置であって、該走行車線の基準位置からの該自車両の走行位置の横ずれ量を算出する横ずれ量算出手段と、該横ずれ量算出手段で算出された該横ずれ量に基づいて制御トルクを算出する制御トルク算出手段と、該制御トルク算出手段で算出された該制御トルクが該横ずれ量を減らす方向に発生するように該操舵アクチュエータを制御する制御手段と、該自車両が隣接する他の走行車線へ乗り越したか否かを判定する乗り越し判定手段と、該乗り越し判定手段で該自車両の乗り越しが判定された場合には該制御トルクの急変を抑制する急変抑制手段とをそなえていることを特徴とする、車線逸脱防止装置。

【発明の詳細な説明】**【0001】**

【発明の属する技術分野】 本発明は、自動車が行車線から逸脱しそうになるとこれを防止する方向にドライバの操舵力とは別にドライバが容易に打ち勝てる程度の操舵用制御トルクを加えて車両の車線逸脱の防止を案内する、車線逸脱防止装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 近年、走行中の道路に対する車両の位置や姿勢の把握を行ない、これに基づいて自動車の自動走行制御を行ったり、ドライバの運転を案内したりする技術（運転案内装置）が開発されている。自動走行制御の場合、ドライバに何ら頼ることなく自動車を運転することが必要であり、道路をはじめとした基本的施設（インフラ）を整備するなど、その実用化には様々な条件整備が前提となる。

【0003】 一方、運転案内装置の場合、自動車を運転するのはあくまでもドライバであり、運転案内装置はドライバの運転操作のミスドライバに知らせたりミスを解消する方向へ運転を補助したりするものである。したがって、運転案内装置は、現在の道路環境においても実現可能な技術が多く、より実用性の高い運転案内装置の開発が望まれている。

【0004】 こうした運転案内装置の一つに車線逸脱防止装置がある。この車線逸脱防止装置としては、自動車が不注意で走行車線から逸脱しそうになると運転車に警告を発する技術（特開昭63-214900号公報）がある。しかし、単に警告を発するだけでは居眠りをしていいるドライバには有効でない場合があるため、さらに積極的に、自動車が走行車線内の一定位置（例えば中央位置）を走行するように操舵制御を行なう技術（特開平2-270005号公報）も提案されている。

【0005】 さらに、このように自動車が走行車線内の一定位置を維持するように制御する場合、ドライバの不用意な操舵など一時的な操舵異常により自動車が走行車線内からはみ出そうとした際にこの制御がはたらくと他車両との緩衝を招くことがある。このため、こうした場合には自動車を走行車線内の一定位置まで戻すのではなく、走行車線内であっても車両がはみ出そうとした側に偏った位置を保持するように操舵制御を行なう技術（特開平5-297939号公報）も提案されている。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】 ところで、上述のような運転案内装置の一つである車線逸脱防止装置の場合、自動車が走行車線から逸脱しないようにするためにドライバの操舵力とは別に操舵用アクチュエータを通じて操舵用制御トルクを加えることが必要になるが、この場合に加える操舵用制御トルクは、小さ過ぎては効果を期待することができず、逆に、大き過ぎてはドライバ自身による操舵操作の妨げとなってしまう。

【0007】 つまり、このような運転案内としての車線逸脱防止のための操舵用制御トルクは、ドライバの操舵操作を案内したりドライバの操舵上のミスを解消する方向へ操舵を補助したりするものであり、操舵する主体はあくまでもドライバである。従って、この場合の操舵用制御トルクの付与は、自動車が走行車線を逸脱しそうになっていることをドライバに知らせることが主目的であり、実際に車両を車線内に保持するための操舵トルクはドライバ自身により加えられるようにしたい。

【0008】 特に、自動車がドライバの意に反して走行車線から逸脱しそうになっているか否かの判断を的確に行なうのは困難である。例えば単純に自動車が走行車線内の基準位置（例えば車線内の幅方向中央）から外れそうになったら自動車が意に反して走行車線から逸脱しそうな状態であると判断することができるが、これでは、車線変更などドライバの意思で走行車線から脱しようとするときにも意に反した走行車線逸脱と判定してしまうことになる。

【0009】 このような判定に基づいて操舵用アクチュエータにより制御トルクを発生させると、ドライバの意思で走行車線から脱しようとする操舵操作するとき、このドライバの操舵操作に対抗する方向に操舵用制御トルクが発生することになり、操舵用制御トルクが大き過ぎるとドライバの意思による車線変更等の操舵操作に支障を来すことになり、この点からも、操舵用制御トルクが過剰にならないようにしたい。

【0010】 ところで、自動車が走行車線から逸脱しそうになっているか否かの判定は、走行中の自動車（以下、自車両という）の位置が走行車線の基準位置（一般には、道路中心線）から左右どちら側にもどの程度横ずれしているかに基づいて判定することができる。また、付与する操舵用制御トルクをこの横ずれ量が大きいほど大

きくすれば、車線逸脱の程度に応じた制御トルク量で警告することができる。

【0011】しかしながら、このように車両が走行している車線において横ずれ量の増加させるほど付与する操舵用制御トルクを大きくすると、走行している車線からこれに隣接した他の車線へ車線変更（レーンチェンジ）を行なう場合に不具合が生じてしまう。つまり、車線変更（レーンチェンジ）を行なう場合には、図8(a)に示すように、車両100は、それまで走行していた車線（第1の車線）101を逸脱してこの車線101に隣接する車線（第2の車線）102に進入することになり、車両100の横ずれ量に着目すると、車両100は、まず、図8(b)に示す曲線105のように、第1の車線101における第2の車線102側（この例では右側）への横ずれ量を増加させた後、第1の車線101から第2の車線102に乗り越して（即ち、両車線101、102間の道路白線103を乗り越して）今度は、図8(c)に示す曲線106のように、次第に第2の車線102における横ずれ量を減少させていくことになる。なお、符号104は車両中心の軌跡を示す。

【0012】したがって、横ずれ量が大きいほど大きな操舵用制御トルクを付与するように設定すると、図8(d)に示す曲線107のように、車両100は、まず、第1の車線101における車線中央側（この例では左側）への操舵用制御トルクを増加させていき、第1の車線101から第2の車線102に乗り越した瞬間、図8(d)に示す曲線108のように、今度は第2の車線102における車線中央側（この例では右側）への操舵用制御トルクに切り換わり、この操舵用制御トルクは、次第に減少していく。

【0013】したがって、第1の車線101から第2の車線102に乗り越した瞬間に、車両に加わる操舵用制御トルクが逆方向に急変することになり、車両の乗り心地を低下させるおそれや、車両の挙動が不安定になるおそれが生じるのである。本発明は、上述の課題に鑑み創案されたもので、ドライバの意思による操舵操作を妨げることなく車両の横ずれ量に応じて操舵用制御トルクを付与することができ且つ走行車線の変更時に車両の乗り心地の低下や挙動の不安定を招かないようにしながら車線逸脱の回避をドライバに案内できるようにした、車線逸脱防止装置を提供することを目的とする。

【0014】

【課題を解決するための手段】このため、本発明の車線逸脱防止装置では、横ずれ量算出手段が、走行車線の基準位置からの車両の走行位置の横ずれ量を算出し、制御トルク算出手段が、横ずれ量算出手段で算出された横ずれ量に基づいてドライバが容易に打ち勝てる程度の操舵用制御トルクを算出して、制御手段が、制御トルク算出手段で算出された制御トルクが横ずれ量を減らす方向に発生するように操舵アクチュエータを制御する。これに

より、自車両の車線逸脱の防止が案内される。

【0015】一方、乗り越し判定手段が、自車両が隣接する他の走行車線へ乗り越したか否かを判定し、この乗り越し判定手段で自車両の乗り越しが判定された場合には、急変抑制手段が、制御トルクの急変を抑制する。

【0016】

【発明の実施の形態】以下、図面により、本発明の実施の形態について説明すると、図1～図7は本発明の一実施形態としての車線逸脱防止装置を示すものである。本車線逸脱防止装置（レーンガイダンスシステムとも言う）は、自動車において自車両が走行車線から逸脱しそうになるとこれを防止するためのものであり、走行車線に対する自車両の位置を認識して、車線逸脱のおそれが生じると、図1に示すように、車両にそなえられた操舵アクチュエータ21によりドライバの加える操舵トルクとは別の操舵トルク（この操舵トルクは、ドライバの加える操舵トルクと区別するために操舵用制御トルクと呼ぶ）を与えて、操舵中のドライバにステアリングホイール（以下、ハンドルともいう）20を通じて車線逸脱を警告するものである。

【0017】もちろん、この操舵用制御トルク自体も、車両の挙動を修正する作用があるが、この操舵用制御トルクは、あくまでも操舵系を通じてドライバに警告することが主目的であり、車線を逸脱しそうな車両の位置を修正するのは、この操舵用制御トルクが加えられたことで車線を逸脱しそうなことを認識したドライバの操舵操作によって行なうべきものとしている。

【0018】したがって、本車線逸脱防止装置は、図1に示すように、走行車線に対する自車両の位置を認識するために、車両1の前方前方の道路状態を撮像する撮像手段としてのカメラ2と、カメラ2からの画像情報から画像情報を適宜処理して前方道路上の左右の白線位置を認識する画像情報処理手段3と、この画像情報処理手段3による白線位置画像情報から車両の走行レーン（走行車線）の基準位置に対する横ずれ量 ΔY を算出する横ずれ量算出手段4Aとをそなえている。

【0019】なお、この横ずれ量 ΔY は、車両1が車線を逸脱しそうな度合いに関する判定パラメータに相当する。また、横ずれ量算出手段4Aは、自車両に対する走行車線（走行レーン）の相対位置を推定する走行レーン推定手段4内の機能要素としてそなえられている。さらに、本車線逸脱防止装置は、この横ずれ量算出手段4Aにより算出された横ずれ量（横偏差） ΔY 、即ち、車線を逸脱しそうな度合いに基づいて、操舵用制御トルク T_c を算出する制御トルク算出手段5と、ドライバの加える操舵トルクとは別にこの操舵用制御トルク T_c を操舵系に付与しうる操舵アクチュエータ21と、この制御トルク算出手段5で算出された操舵用制御トルク T_c が横ずれ量 ΔY を減らす方向に発生するように操舵アクチュエータ21を制御する制御手段（コントローラ）6とを

そなえている。

【0020】また、本車線逸脱防止装置の作動の選択及び操舵用制御トルクレベルを調整する制御トルク調整手段としての設定スイッチ（SW）23がそなえられている。したがって、本装置を作動させたければスイッチ23をオンに、本装置を作動させたくなければスイッチ23をオフに、ドライバの好みに応じて選択でき、さらに、スイッチ23をオンにした場合、本装置による車線逸脱防止制御を強めたり弱めたり、即ち、操舵アクチュエータ21で与えられる操舵用制御トルク T_c のレベルを強めたり弱めたり設定できるようになっている。

【0021】さらに、例えばインパネ（インストルメントパネル）内には、スイッチ23がオンの場合、又は、車線逸脱防止のための制御トルクが加えられている場合に、これを表示する作動表示部24が設けられている。また、本車線逸脱防止装置は、設定スイッチ23がオンになっていても、方向指示スイッチ（ターンシグナルランプを点灯するスイッチ）26が点灯指令状態となっていれば、車線逸脱防止のための制御トルクは加えられないように設定されている。

【0022】したがって、制御トルク算出手段5には、設定スイッチ23及び方向指示スイッチ26からのオン・オフ信号が入力されるように構成されている。ここで、走行車線に対する自車両の位置認識、即ち、自車両の横ずれ量 ΔY の算出について詳細に説明する。画像情報処理手段3では、まず、図2に示すように、カメラ2からの原画像23を取り込み、この原画像41から道路白線を抽出して、抽出した道路白線の画像を、鉛直上方から見たような平面視画像42に変換する。

【0023】次に、白線12L、12Rの認識について図3を参照しながら説明する。なお、ここでは、走行レーン左端の路側線としての白線12Lの認識について説明するが、走行レーン右端の白線12Rを基準とする場合についても同様であるため、左端の白線12Lについては単に白線12と称することにする。次に、画像情報認識手段3では、図3（a）に示すように、車両1にそなえられたカメラ2により平地において車両前方の範囲（例えば5m～30m）の白黒画像情報を取り込み、この画像情報から画面上で縦方向の画像を一部省略する。そして、この画面上で等間隔になるような複数の水平線11を設定する。

【0024】この白黒画像情報の取り込みは、微小な制御周期毎に更新されるようになっており、図3（b）に示すように、それぞれの水平線11上において前回の画面での白線位置の左右の所要の範囲（ここでは、左右50画素〔dot〕）を白線探索エリア（処理対象領域）10として設定する。また、初回の画面は、直線路における白線位置を前回の画面データとして利用する。

【0025】そして、図3（c）に示すように、各水平線の明度をそれぞれ左から横方向に微分する。また、図

中の符号14はガードレールである。ところで、通常の路面は輝度が低く、輝度変化も小さい。これに対して、白線12は通常の路面に比較して輝度が非常に高いので、このように道路の明度を微分すると、通常の路面から白線12への境界点で輝度変化がプラス、白線12から通常の路面への境界点で輝度変化がマイナスとなるような微分データが得られる。このような微分データの一例を図3（d）示す。

【0026】そして、各水平線11のデータそれぞれについて、微分値のピークが左からプラス、マイナスの順に並んで現れ、且つそれぞれのピークの間隔が白線12として妥当と思われる程度（プラスのピークからマイナスのピークまでの間隔が例えば30dot以内）に納まっている組み合わせを白線候補として抽出し、通常は、図3（e）に示すように、その中点Mを白線候補点15として保存する。

【0027】そして、これらの白線候補点15のうち、画面中心に最も近いもののみを最終候補点として残す。これは、例えば車両1が左側通行の場合、探索エリア10の中の右側が通常輝度変化の少ない道路路面であり、この通常の道路路面に最も近い白線候補点15が白線12と判断できる。したがって白線12よりもさらに左側に、ノイズの原因となる物体（例えばガードレール14等）が存在する場合であっても、カメラ2により撮像された画像情報から白線12を確実に認識することができる。

【0028】そして、図3（f）に示すように、最後に各水平線データにおける白線候補点15の上下方向の連続性を画面の下方から順次検証していく。まず、事前に前画面での白線12の上下端間の傾きを計算しておく。そして、最下点15Aを白線12とすると、一本だけ上の水平線11上の候補点15Bが、前回の白線12の傾き ± 50 dotの範囲内に入っているかを検証する。

【0029】候補点15Bがこの範囲内に入っていればこれを白線とし、入っていないときは候補点15Bは却下されて、上述の傾きから補間計算した座標が白線位置としてみなされる。そして、この検出を各水平線について同様の作業を行なうことにより、連続した白線12を認識することができるのである。このような白線認識の作業は、所要の周期で継続して行なわれ、その都度白線12の認識が更新されるようになっている。

【0030】走行レーン右端の路側線としての白線12Rの認識についても、これと同様に行なわれる。推定手段4では、このように各認識周期で認識された原画像41上の白線12R、12Lを平面視画像42に変換して、走行レーン左端の白線12Lから推定しうる道路中心線 LC_L と走行レーン右端の白線12Rから推定しうる道路中心線 LC_R とに基づいて、道路中心線 LC の推定を行なって、この道路中心線 LC に基づいて横ずれ量算出手段4Aによって横ずれ量 ΔY 及び偏角 β を算出するようになっている。

【0031】なお、偏角 β とは、図4に示すように、屈曲した道路中心線LCの接線と車両中心線方向とがなす角であり、車両から所定距離だけ離れた第1検出点(図中には近地点と示す)における基準線位置情報と、この近地点よりもさらに車両1から所定量だけ離れた第2検出点(図中には遠地点と示す)における基準線位置情報とから算出することができる。

【0032】つまり、偏角 β は、これらの第1検出点と第2検出点とを結んだ直線と、車両1の中心線とがなす角として算出するようになっている。このようにして算出される偏角は、第1検出点と第2検出点との中間地点(図中×印)における偏角であり、少なくとも車両1から一定以上前方の地点の偏角である。そして、この例では、カメラ2による画像情報に基づく道路中心線LCのうち車両に最も近い地点を第1検出点としており、この第1検出点における自車両中心線と道路中心線LCとの横方向距離(道路幅方向、カメラ画像の横方向距離)を横ずれ量(横偏差) ΔY として算出する。また、算出された偏角 β に基づいてカーブ半径Rを推定するようになっている。

【0033】また、推定手段4では、車両中心線が左右いずれかの道路白線を越えて(即ち、車両が車線を乗り越して)、隣接する車線内に進入した場合、新たな車線の道路中心に対して車両中心線の横ずれ量 ΔY を算出するようになっている。このため、推定手段4には、車両中心線が道路白線を越えたか否か、又は、横ずれ量 ΔY が算出される道路幅の二分の一よりも大きくなったか否かによって、自車両が隣接する他の走行車線へ乗り越したか否かを判定する乗り越し判定手段7がそなえられている。そして、乗り越し判定手段7が、自車両が他車線へ乗り越したと判定すると、横ずれ量算出手段4Aにこの旨が伝達されて、横ずれ量算出手段4Aでは、新たな車線の道路中心に対して車両中心線の横ずれ量 ΔY を算出するようになっているのである。

【0034】制御トルク算出手段5では、このようにして算出される走行車線の基準位置(道路幅中央位置)に対する車両の横ずれ量に基づいて図6に示すような特性で操舵用制御トルク T_c を設定するが、この操舵用制御トルク T_c の設定は次のように行なう。つまり、この操舵用制御トルク T_c は、自動操舵に用いる操舵トルクとは異なり、ドライバに警告することが主目的であって、車両の位置を修正するのはドライバの操舵操作によるため、操舵用制御トルク T_c は、ドライバの操舵操作を妨げない程度の大きさに、つまり、ドライバが容易に打ち勝てる程度の大きさに制限されている。

【0035】したがって、車線を逸脱しそうなときにこの逸脱を回避する方向に操舵用制御トルク T_c を加えた場合にも、ドライバが車線を逸脱する方向に操舵操作を行なおうとすれば、十分にこれを行なえるようになっている。これにより、車両を走行車線外に退避させるため

の緊急操舵も容易に行なえ、また、レーンチェンジの際に操舵用制御トルク T_c が働いたとしても、レーンチェンジの妨げにはならないようになっている。

【0036】ところで、本車線逸脱防止装置では、制御トルク算出手段5とコントローラ6との間にローパスフィルタ(LPF)25が介装されており、このローパスフィルタ25が、制御トルク算出手段5で設定された制御トルクが急変した場合にも、実際に操舵アクチュエータ21で発揮される制御トルクは急変せずに滑らかに連続するよう制御トルク算出情報の出力を平滑化処理するようになっている。

【0037】したがって、例えば方向指示スイッチ26が入れられる(オフからオンになる)と、制御トルク算出手段5で操舵用制御トルク T_c がある一定の大きさの値から0に変更されることがあるが、この場合には、ローパスフィルタ25による平滑化処理によって、コントローラ6に入力される操舵用制御トルク T_c の指令値は、0に急変することではなく徐々に0に減少するようになる。

【0038】逆に、方向指示スイッチ26が切られる(オンからオフになる)と、制御トルク算出手段5で操舵用制御トルク T_c が0からある一定の大きさの値に変更されることがあるが、この場合にも、ローパスフィルタ25による平滑化処理によって、コントローラ6に入力される操舵用制御トルク T_c の指令値は、0から急増することなく徐々に増加するようになる。

【0039】また、方向指示スイッチ26が入れられない状態で車両1が車線変更(レーンチェンジ)を行なうと、横ずれ量 ΔY に応じた操舵用制御トルク T_c が設定されるため、車両1がそれまでの車線(第1の車線)から隣接する他の車線(第2の車線)に乗り越す際に、第1の車線の中心に戻そうとする比較的大きな操舵用制御トルクから、これと逆向きの第2の車線の中心に導こうとする比較的大きな操舵用制御トルクへと、操舵用制御トルクが急変する。ところが、この場合にも、ローパスフィルタ25による平滑化処理によって、コントローラ6に入力される操舵用制御トルク T_c の指令値の急変が抑制されるので、ローパスフィルタ25は、自車両の乗り越しが行なわれた場合に制御トルクの急変を抑制する、急変抑制手段として機能する。

【0040】さらに、本実施形態では、ローパスフィルタ25は、時定数を可変に構成されており、前述の乗り越し判定手段7からの乗り越し判定情報が送られたら所定時間だけ通常時の時定数よりも大きな時定数に変更されるようになっている。このように、時定数が通常時よりも大きくされると、ローパスフィルタ25では、制御トルク算出手段5で設定された操舵用制御トルク T_c の平滑化をより一層強めて、コントローラ6に入力される操舵用制御トルク T_c の指令値の変動をより一層抑制するようになっている。

【0041】したがって、自車両の乗り越し判定情報が送られたら所定時間だけ通常時よりも制御トルクの変動が一層抑制され、ローパスフィルタ25の急変抑制手段としての機能が強められるようになっているのである。なお、画像情報処理手段3、走行レーン推定手段4（横ずれ量算出手段4A）、制御トルク算出手段5、コントローラ6等は、CPU、入出力インタフェース、ROM、RAM等をそなえてなる電子制御ユニットとして構成される。

【0042】さらに、操舵アクチュエータ21は、詳細には図示しないが、ステアリングシャフトにトルクを加えうるアクチュエータであればよく、例えばステアリングシャフトのトーションバーよりも下方（パワーステアリング側）に設置した小型電動トルクモータにより構成してもよい。本発明の一実施形態としての車線逸脱防止装置は、上述のように構成されているので、車線逸脱防止の処理は、例えば図6に示すように行なわれる。

【0043】つまり、図6に示すように、まず、制御スイッチ23がオンか否かが判定され（ステップA10）、制御スイッチ23がオンでなければ車線逸脱防止の処理は行なわないが、制御スイッチ23がオンであれば、ステップA20に進み、方向指示スイッチ26がオンか否かが判定される。ここで、方向指示スイッチ26がオンであれば車線逸脱防止の処理は行なわないが、方向指示スイッチ26がオンでなければ、ステップA30以降の処理を行なう。

【0044】即ち、まず、制御スイッチ23の設定レベルに応じて制御トルク T_c のレベルを調整した上で（ステップA30）、制御トルク算出手段5により、横ずれ量 ΔY に応じた制御トルク T_c を算出する（ステップA40）。そして、制御トルク算出手段5から、ステップA40で算出した制御トルク T_c に対応する制御量を出力するとともに、作動表示部24に作動表示信号を出力する（ステップA50）。

【0045】これらの制御トルク算出手段5からの信号は、ローパスフィルタ（LPF）25を通じてコントローラ6に送られるが、ステップA60で、乗り越し判定手段7が、自車両が他車線へ乗り越したと判定しなければ、このローパスフィルタ25では、時定数を通常状態として、制御トルク算出手段5で設定された操舵用制御トルク T_c を平滑化して出力され、このような制御指令値に基づいて、操舵アクチュエータ21が作動され、作動表示部24で制御トルク T_c が与えられている旨等が表示される（ステップA80）。

【0046】この操舵用制御トルク T_c を平滑化により、制御トルク算出手段5で設定された制御トルクが急変した場合にも、実際に操舵アクチュエータ21で発揮される制御トルクは急変せずに滑らかに連続するように制御トルク算出情報の出力が処理される。一方、ステップA60で、乗り越し判定手段7が、自車両が他車線へ

乗り越したと判定していると、ローパスフィルタ25では、この判定時点から所定時間だけ、時定数を大とした状態で、制御トルク算出手段5で設定された操舵用制御トルク T_c を平滑化して出力され、このような制御指令値に基づいて、操舵アクチュエータ21が作動され、作動表示部24で制御トルク T_c が与えられている旨等が表示される（ステップA70）。

【0047】このように時定数を大として操舵用制御トルク T_c を平滑化すると、コントローラ6に入力される操舵用制御トルク T_c の指令値の急変が一層抑制されるので、車両が車線変更（レーンチェンジ）を行なって他車線へ乗り越した場合、操舵用制御トルクが逆方向に急変するところが、ローパスフィルタ25による強めな平滑化処理によって、コントローラ6に入力される操舵用制御トルク T_c の指令値の急変が大幅に抑制され、ローパスフィルタ25は、自車両の乗り越しが行なわれた場合に制御トルクの急変を抑制する、急変抑制手段として大きく機能するのである。

【0048】なお、制御トルクを付与する場合の各処理について更に詳述すれば、制御トルクを算出するにあたり、まず、車両が走行車線からどの程度逸脱しているかの指標である、横ずれ量 ΔY を算出する必要がある。本装置では、走行レーン推定手段4により、自車両に対する走行車線（走行レーン）の相対位置を推定し、これに基づいて横ずれ量 ΔY を算出する。ここでは、カメラ2による画像情報に基づく道路中心線LCのうち車両に最も近い地点（第1検出点）における自車両中心線と道路中心線LCとの横方向距離（道路幅方向、カメラ画像の横方向距離）を横ずれ量（横偏差） ΔY として算出する。

【0049】つまり、本装置では、走行レーン左端の白線12Lと、走行レーン右端の白線12Rとに関して白線認識を行ない、この白線認識から、車両の走行している走行レーンが車両に対してどのような位置にあるか（逆に言えば、車両が走行レーンに対してどのような位置にあるか）を推定するが、まず、各白線12L、12Rの認識について、左側の白線12Lを例に説明する。

【0050】まず、図3（a）に示すように、カメラ2により平地において車両前方の範囲（例えば5m～30m）の白黒画像情報を微小な制御周期毎に取り込み、各周期毎に、この画面上で等間隔になるような複数の水平線11を設定する。そして、図3（b）に示すように、それぞれの水平線11上において前回の画面での白線位置の左右の所要の範囲（例えば左右50画素〔dot〕）を白線探索エリア（処理対象領域）10として設定する。なお、初期画面では、直線路における白線位置を前回の画面データとして利用する。

【0051】このような画像情報から、図3（c）に示すように、各水平線の明度をそれぞれ左から横方向に微分して、このような各水平線の微分データ〔図3（d）

参照〕から、微分値のピークが左からプラス、マイナスの順に並んで現れ、且つそれぞれのピークの間隔が白線12として妥当と思われる程度（プラスのピークからマイナスのピークまでの間隔が例えば30dot以内）に納まっている組み合わせを白線候補として抽出し、その中点を白線候補点15として保存する〔図3（e）参照〕。

【0052】そして、これらの白線候補点15のうち、画面中心に最も近いもののみを最終候補点として残す。このように白線候補点15を画面中心に最も近いものに限定することにより、白線12よりもさらに外側に、ノイズの原因となる物体（例えばガードレール14や他の走行レーンの車両等）が存在する場合であっても、カメラ2による画像情報から白線12を確実に認識することができる。

【0053】最後に、図3（f）に示すように、各水平線データにおける白線候補点15の上下方向の連続性を画面の下方から順次検証していく。まず、事前に前画面での白線12の上下端間の傾きを計算しておく。そして、最下点15Aを白線12とすると、一本上の水平線11上の候補点15Bが、前回の白線12の傾き分±50dotの範囲内に入っているかを比較して、候補点15Bがこの範囲内に入っていればこれを白線とし、入っていないときは候補点15Bは却下されて、上述の傾きから補間計算した座標を白線位置とみなす。

【0054】このような作業を各水平線について行なうことにより、連続した白線12を認識することができる。このような白線認識の作業は、所要の周期で継続して行なわれ、その都度白線12の認識を更新していく。こうして、周期的に走行レーンの左右の白線12L、12Rの認識を行なうが、これと同様に行なわれる。

【0055】そして、推定手段4では、各道路中心線 L_{CL} 、 L_{CR} を平均して道路中心線 $L_C (= L_{CL} + L_{CR})$ を算出する。こうして推定された道路中心線 L_C に基づいて、横ずれ量（横偏差） ΔY 及び偏角 β の算出や走行レーンの曲率（道路曲率）の算出が行なわれる。なお、制御トルク算出手段5による操舵用制御トルク T_c の算出は、例えば図7に示すようなマップやこの他のテーブル又は演算式を用いて横ずれ量（横偏差） ΔY に依じて行なうことができる。

【0056】このように、本車線逸脱防止装置では、横ずれ量 ΔY に応じてドライバが容易に打ち勝てる程度の制御トルク T_c を付与することで、ドライバは車線逸脱（道路中心線からの外れ）とその修正方向をハンドル20の保舵感等から感じ取ることができ、ドライバの操舵操作によって、車両位置の修正が速やかに行なわれるようになる。

【0057】この操舵用制御トルク T_c 自体もドライバへの警告の意味だけでなく車両位置の修正のためにも有効となる。また、操舵用制御トルク T_c による警告は、

例えば脇見運転のドライバに対しても有効であり、この場合、車線からの逸脱を未然に防ぎながら、ドライバへ脇見運転の防止を促すことにもなる。しかも、本車線逸脱防止装置では、ローパスフィルタ25により、操舵用制御トルク T_c が平滑化処理されて出力されるので、操舵アクチュエータ21で発生する操舵用制御トルクが急変することなく滑らかに連続するようになり、車線逸脱防止の制御を安定させることができる利点があり、自車両が走行中の車線からこれに隣接した他の車線へ車線変更（レーンチェンジ）を行なう場合にも円滑に操舵用制御トルクの付与を行なうことができる。

【0058】つまり、レーンチェンジを行なう場合には、図7（a）に符号104の曲線で示すように、車両100は、走行していた車線（第1の車線）101から隣接する他の車線（第2の車線）102に進入することになるが、この際、車線101内を走行中は、第1の車線101の道路中心線に対して横ずれ量 ΔY が算出され、車線乗り越しをして車線102内を走行するようになったら、第2の車線102の道路中心線に対して横ずれ量 ΔY が算出されるようになる。

【0059】したがって、横ずれ量 ΔY は、車線乗り越しをするまでは図7（b）に示す曲線105のように第2の車線102側（この例では右側）へ次第に増加し、車線乗り越しをしてからは図7（c）に示す曲線106のように、次第に第2の車線102に対する横ずれ量（この例では左側）を減少させていくことになる。制御トルク設定手段5では、横ずれ量が大きいほど大きな操舵用制御トルク T_c を設定するため、このままの操舵用制御トルク T_c が操舵アクチュエータ21により発揮されると、図7（d）に一点鎖線で示す曲線107、108のように、車線乗り越しをする瞬間に、操舵用制御トルク T_c が逆方向に大きく変動してしまう。

【0060】これに対して、本車線逸脱防止装置では、時定数を大きなものに変更された急変抑制手段としてのローパスフィルタ25によって、操舵用制御トルク T_c の平滑化が大幅に行なわれるため、制御トルク算出手段5で設定された制御トルクが急変しても、実際に操舵アクチュエータ21で発揮される制御トルクは図7（d）に実線で示すように急変することなく滑らかに連続するようになる。このため、車両が車線変更（レーンチェンジ）を行なって他車線へ乗り越した場合にも、制御トルクの急変が確実に抑制され、車両の乗り心地を低下させるおそれや、車両の挙動が不安定になるおそれも、回避されるのである。

【0061】もちろん、車両が他の車線に進入しない限りは、横ずれ量に対応した操舵用制御トルクの付与により確実に車線逸脱の防止がドライバに警告されるので、車線逸脱の防止効果は何ら支障なく確保されることになる。なお、ローパスフィルタ25の時定数を大きなものに変更しなくても、例えば図7（d）に破線109で示

すように、制御トルクの急変はある程度抑制されるので、ローパスフィルタ25の時定数を特に変更しなくても車両の乗り心地を低下させるおそれや、車両の挙動が不安定になるおそれを、ある程度回避することも可能と考えられる。

【0062】また、本車線逸脱防止装置では、ドライバが方向指示機を操作してレーンチェンジ等を行なう場合には、方向指示スイッチ26がオンとなって、制御トルクの付与が行なわれないように処理されるので、この場合、不要な制御トルクの付与が回避され、操舵アクチュエータ21をはじめとして制御トルクの付与にかかる部材の負荷が低減される。

【0063】もちろん、この場合もローパスフィルタ25により制御トルクの急変は防止されるので、急に制御トルクが停止されることはなく、制御トルクの急変による操舵違和感も回避される。また、制御トルクの急変を抑制する急変抑制手段は、ローパスフィルタ25に限るものではなく、制御トルク設定手段5による制御トルクの算出段階で、算出値自体の変動を抑制するようにしてもよい。

【0064】

【発明の効果】以上詳述したように、本発明の車線逸脱防止装置では、ドライバの意思による操舵操作を妨げることなく、操舵用制御トルクを付与による車線逸脱防止の案内を行なうことができ、しかも、自車両が隣接する他の走行車線へ乗り越した場合制御トルクの急変が抑制されるので、車線変更を行なう場合に、操舵用制御トルクの急変による車両の乗り心地の低下や挙動の不安定を回避することができ、車両の各種性能を確保しつつ、車線逸脱の回避の案内を与えることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施形態としての車線逸脱防止装置の構成を模式的に示すブロック図である。

【図2】本発明の一実施形態にかかる走行レーン認識のための画像処理を説明する図である。

【図3】本発明の一実施形態にかかる走行レーン認識を

(a)～(f)の順で説明する模式図である。

【図4】走行レーン認識を説明する模式的な平面図である。

【図5】本発明の一実施形態としての車線逸脱防止装置にかかる制御トルク設定マップを示す図である。

【図6】本発明の一実施形態としての車線逸脱防止装置の操舵用制御トルク付与のための動作を説明するフローチャートである。

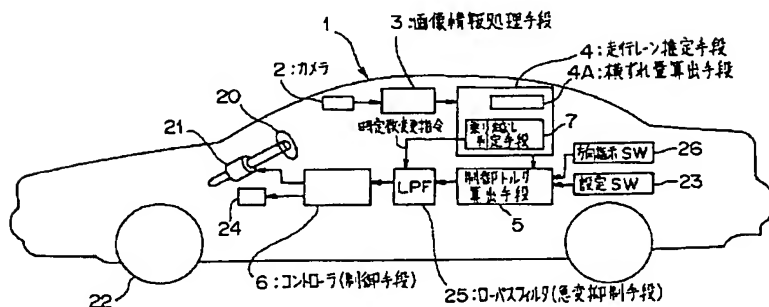
【図7】本発明の一実施形態としての車線逸脱防止装置による車線乗り越し時の制御トルクの設定例を示すタイムチャートであり、(a)は車両の走行位置を示し、(b)、(c)は車両の横ずれ量を示し、(d)は対応する制御トルクを示す。

【図8】従来の車線逸脱防止装置による車線乗り越し時の制御トルクの設定例を示すタイムチャートであり、(a)は車両の走行位置を示し、(b)、(c)は車両の横ずれ量を示し、(d)は対応する制御トルクを示す。

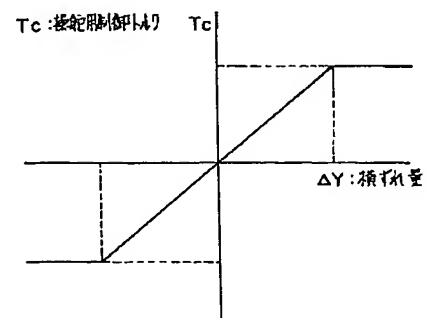
【符号の説明】

- 1 車両
- 2 カメラ
- 3 画像情報処理手段
- 4 走行レーン推定手段
- 4A 横ずれ量算出手段
- 5 制御トルク算出手段
- 6 制御手段(コントローラ)
- 7 乗り越し判別手段
- 20 ステアリングホイール(ハンドル)
- 21 操舵アクチュエータ
- 22 操舵輪
- 23 設定スイッチ
- 24 作動表示部
- 25 ローパスフィルタ(急変抑制手段)
- 26 方向指示スイッチ
- LC 道路中心線

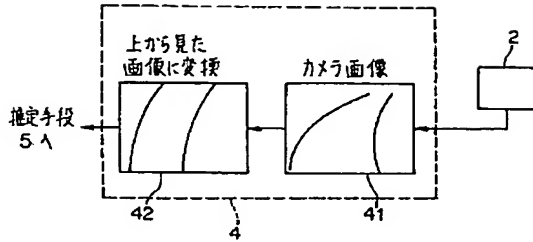
【図1】



【図5】

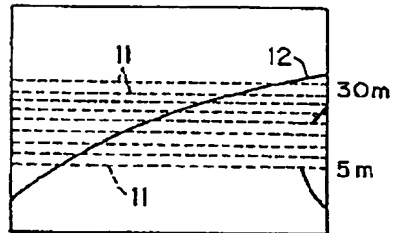


【図2】

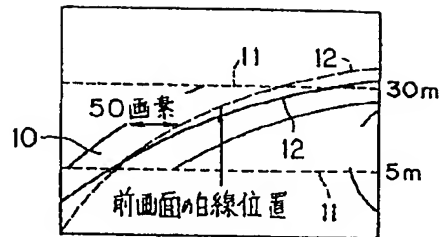


【図3】

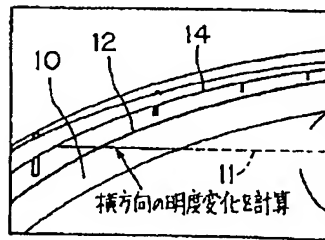
(a)



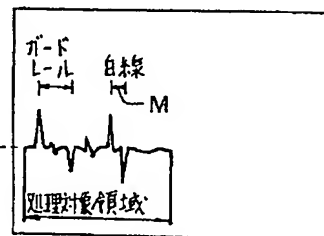
(b)



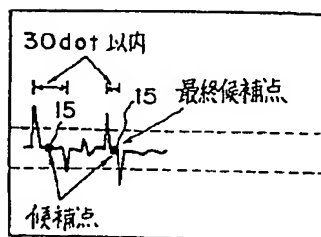
(c)



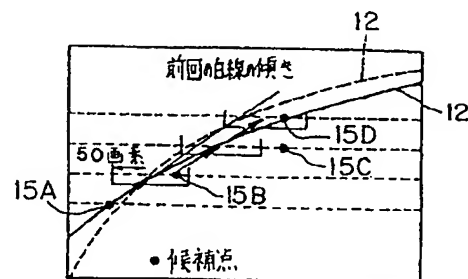
(d)



(e)



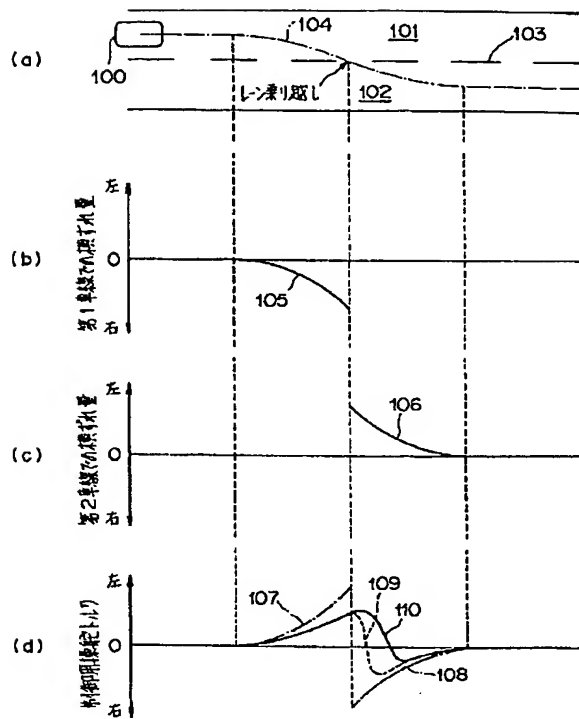
(f)



```

graph TD
    Start([スタート]) --> A10{A10 設定スイッチオン?}
    A10 -- No --> End([リターン])
    A10 -- Yes --> A20{A20 方向指示スイッチオン?}
    A20 -- Yes --> End
    A20 -- No --> A30[A30 制御スイッチの設定に応じて  
制御トルクレベルを調整]
    A30 --> A40[A40 横ずれ量に応じて  
制御トルクを算出]
    A40 --> A50[A50 算出した制御量を出力  
作動表示を出力]
    A50 --> A60{A60 車線を乗り越えたか?}
    A60 -- Yes --> A70[A70 LPF の時定数を大  
にして制御量を出力]
    A60 -- No --> A80[A80 LPF の時定数を通常  
にして制御量を出力]
    A70 --> End
    A80 --> End
  
```

【図7】



【図8】

